

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002519

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-039884  
Filing date: 17 February 2004 (17.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10. 2. 2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   2 月 1 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 3 9 8 8 4  
Application Number:

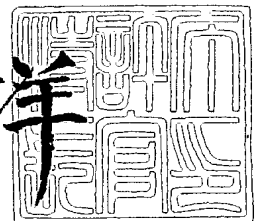
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 4 - 0 3 9 8 8 4 ]

出   願   人            日 産 自 動 車 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   3 月 1 8 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NM03-02058  
【提出日】 平成16年 2月17日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01M 8/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内  
    【氏名】 岡本 勝  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003997  
    【氏名又は名称】 日産自動車株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100083806  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 三好 秀和  
    【電話番号】 03-3504-3075  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100068342  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 三好 保男  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100100712  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100087365  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 栗原 彰  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100100929  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 川又 澄雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100095500  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 伊藤 正和  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100101247  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高橋 俊一  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098327  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高松 俊雄  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 001982  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9707400

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

水素を含む燃料ガスが供給されるアノード極と酸化剤ガスが供給されるカソード極とを備えた燃料電池本体と、

外部負荷を前記燃料電池本体から遮断した後に、前記カソード極への酸化剤ガスの供給を停止し、前記アノード極に燃料ガスを供給しながら前記燃料電池本体から発生する負荷電流を内部負荷で取り出させる触媒劣化抑制手段と、

前記負荷電流を前記内部負荷で取り出している間に、前記アノード極への燃料ガスの供給を停止する水素供給停止手段と、

前記アノード極への燃料ガスの供給を停止した後、前記アノード極内の圧力を目標圧力に維持するように目標負荷電流を操作する負荷電流操作手段

とを有することを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 2】**

前記触媒劣化抑制手段は、前記目標負荷電流が所定値以下になった時、前記内部負荷による前記負荷電流の取り出しを停止することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記負荷電流操作手段は、前記目標圧力をアノード極内の圧力が低下するにつれて前記目標圧力の低下速度が緩やかになるように低下させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記アノード極出口の排水素を前記アノード極入口に循環させる水素循環経路と、燃料ガスを循環させる水素循環装置とを更に有し、

前記負荷電流を前記内部負荷で取り出す前に、前記水素循環装置を作動させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 何れか 1 項記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

前記アノード極出口に接続されたパージ弁を更に有し、

前記アノード極への燃料ガスの供給を停止する前に、前記パージ弁を開くことを特徴とする請求項 1 乃至 4 何れか 1 項記載の燃料電池システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料電池システムに関し、特に、システムの運転を停止終了する際に燃料電池本体から負荷電流を取り出す内部負荷を有する燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムは、天然ガス等の燃料を改質して得られる水素と空気中の酸素とを電気化学的に反応させて直接発電する発電システムであり、燃料の持つ化学エネルギーを有効に利用することが出来、環境にもやさしい特性を有しているため、実用化に向けて技術開発が本格化している。

【0003】

燃料電池システムの運転を停止する際、先ず駆動モータなどの外部負荷を燃料電池本体から切り離す。このとき、負荷電流が流れなくなるので燃料電池本体の水素極と空気極間の電圧は無負荷電圧となり、一般的に白金(Pt)触媒が溶解して劣化が急速に進むと言われている単位セル当たり0.8Vを超えた高電圧状態となる。具体的には、このような高電圧状態に燃料電池の白金触媒が晒されると白金のイオン化が急速に進み、カソード極側において白金の溶解劣化を生じる。イオン化した白金は酸素と容易に結合して酸化白金(PtO)となり、その後、発電には寄与しなくなり、触媒の有効活性領域が著しく減少してしまう。

【0004】

このような劣化を防止するためにはできるだけ早く燃料電池本体の電圧を下げる必要がある。そこで、特許文献1に開示された燃料電池システムでは、停止時にダミー抵抗を接続して負荷電流を燃料電池本体から取り出すようにして電圧を下けている。この時、水素が不足しないようにアノード極に水素を供給し続け、カソード極への酸素供給を停止して残留酸素を消費して電圧を低下させている。

【特許文献1】特開平6-333586号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

燃料電池本体から負荷電流を取り出している時に水素不足となると、電極触媒を担持しているカーボンと水とが反応するようになる。その結果カソード電極触媒の活性領域が著しく低下し劣化を引き起こす。この劣化は白金溶解による劣化よりもダメージは大きい。

【0006】

安全を見込んで小さな負荷電流とすれば停止時間が長くなり、停止時間を速くするために負荷電流を適当な大きな値にすると水素不足を起こして劣化を招く可能性がある。一方、燃料電池システムを自動車などに搭載した場合には、燃料電池システムの停止時間はできる限り短いほうが良い。停止時間の短縮という観点からもできる限り早く電圧を下げるほうが望ましい。

【0007】

また、通常燃料電池システムは、燃料電池本体のカソード極及びアノード極に残留するガス圧は大気圧まで落としてから停止させる。カソード極のガス圧は、上記のように空気を供給しないでダミー抵抗を接続して発電している間に低下する。また空気は可燃ガスではないので、電圧が低下してダミー抵抗を遮断してシステム停止終了後に大気に放出しても問題はない。

【0008】

しかし、ダミー抵抗が負荷電流を取り出している間は水素不足防止のため水素を燃料電池本体に供給し続けているので水素ガスはアノード極に残り続けている。このため電圧が低下してダミー抵抗を遮断した後、アノード極内に残留している水素ガスを排出してアノ

ード極の圧力を大気圧まで低下させる必要がある。ところが水素は可燃ガスであるため一気に大気に放出できない。また水素を一気に放出するとアノード極の圧力が過渡的に上昇するので、カソード極とアノード極との差圧上制限を守るという観点からも水素を一気に放出することができない。このため少量ずつ水素を希釈用容器に排出しファンなどを使って多量の空気と攪拌混合して希釈しながら排出しなければならない。そのためアノード極の圧力が大気圧まで低下するまで時間がかかり停止時間が長くなる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の特徴は、水素を含む燃料ガスが供給されるアノード極と酸化剤ガスが供給されるカソード極とを備えた燃料電池本体と、外部負荷を燃料電池本体から遮断した後に、カソード極への酸化剤ガスの供給を停止し、アノード極に燃料ガスを供給しながら燃料電池本体から発生する負荷電流を内部負荷で取り出させる触媒劣化抑制手段と、負荷電流を内部負荷で取り出している間に、アノード極への燃料ガスの供給を停止する水素供給停止手段と、アノード極への燃料ガスの供給を停止した後、アノード極内の圧力を目標圧力に維持するように目標負荷電流を操作する負荷電流操作手段とを有する燃料電池システムであることを要旨とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、停止時における燃料電池本体の機能劣化を抑制しかつ停止時間を短縮する燃料電池システムを提供することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

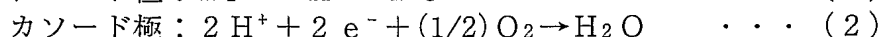
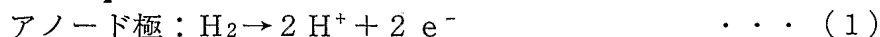
以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。図面の記載において同一あるいは類似の部分には同一あるいは類似な符号を付している。

【0012】

(第1の実施の形態)

図1に示すように、第1の実施の形態に係わる燃料電池システムにおいて、燃料電池本体1は、水素等の燃料ガスがアノード極に供給され、空気等の酸化剤ガスがカソード極に供給されて、水素と酸素を電気化学的に反応させて電力を発電し、発電に伴い生じた熱を冷却水流路を流れる冷却水を介して放出する。アノード極とカソード極は電解質膜33を介して隣接している。アノード極及びカソード極の外側には、セパレータ31を介して純水極が配置され、カソード極側には更にセパレータ32を介して冷却水流路が配置されている。燃料電池本体1では、(1)式及び(2)式に示す電極反応が生じて、電力が発電される。

【0013】



水素タンク2に貯蓄された水素ガスは、水素供給元弁(オン/オフ弁)3、減圧弁301、水素圧力調整弁(可変弁)4を通じてアノード極に供給される。減圧弁301は、機械的に所定の圧力まで水素圧を減圧する。水素圧力調整弁4は、アノード極内での水素圧力が所望の値になるように調整する。アノード極の水素圧は、水素圧力制御手段23が圧力センサ6aで検出した水素圧力をフィードバックして水素圧力調整弁4を駆動することによって制御される。水素圧を一定に制御することによって、燃料電池本体1が消費した分だけの水素が自動的に補われる。アノード極の入口と出口の間には、アノード極で消費されずに排出された水素(排水素)を再循環させるエゼクタ5、エゼクタ5が作動しない領域を補う水素循環ポンプ8がそれぞれ接続されている。アノード極の出口には、アノード極から排出される水素(排水素)を放出するパージ弁(オン/オフ弁)7、パージ弁7から排出される水素を可燃濃度未満の水素濃度になるように空気で希釈して車外へ排出する希釈プロア9が接続されている。パージ弁7は、水素循環機能を確保するために、水素系内に蓄積した窒素を排出する役割と、セル電圧を回復させるために、ガス流路に詰まっ

た水詰まりを吹き飛ばす役割とを有する。

#### 【0014】

燃料電池本体1のカソード極には、コンプレッサ10により圧縮された空気が供給される。カソード極の出口には、空気調圧弁（可変弁）11が接続されている。カソード極の空気圧は、空気圧力制御手段22が圧力センサ6bで検出した空気圧力をフィードバックして空気調圧弁11を駆動することによって制御される。また、カソード極の出口には、ソード排空気の水分濃度を測定するセンサ29と、カソード排空気の水素濃度を測定するセンサ30とが接続されている。

#### 【0015】

燃料電池本体1の純水極には、純水タンク13に貯蓄された純水が純水ポンプ12により供給される。純水流路上には、純水回収弁（オン／オフ弁）14a～14c及び純水シャット弁（オン／オフ弁）14dが配置されている。なお、純水回収弁14bもシャット機能を備えている。システムの起動及び停止時に純水が純水極に循環しておらず水素をアノード極へ供給する時に、純水回収弁14b及び純水シャット弁14dの両弁を閉じることによって、純水配管への水素の漏洩を抑制する。純水回収手段25は、純水回収弁14a～14cを駆動することによって、燃料電池本体1の純水極及び純水系配管内の純水を空気圧で純水タンク13へ回収する。純水が純水極に残ったままの状態システムを停止すると、氷点下においては純水が膨張して燃料電池本体1が壊れる可能性があるため、純水を純水タンク13へ回収する。

#### 【0016】

空気圧、水素圧、純水圧は発電効率や水収支を考慮して設定されるとともに、電解質膜33やセパレータ31、32に歪みを生じないように所定の差圧に管理される。

#### 【0017】

燃料電池本体1の冷却水流路には冷却水ポンプ15により冷却水が供給される。また、冷却水流路上には三方弁16及びラジエタ17が配置され、三方弁16によりラジエタ方向とラジエタバイパス方向に切り替えや分流が行われる。ラジエタ17を流れる冷却水は、ラジエタファン18の回転により冷却される。冷却水の温度は、冷却水温度制御手段24が温度センサ19で検出された冷却水温度をフィードバックして三方弁16とラジエタファン18を駆動することによって調整される。

#### 【0018】

また、燃料電池システムは、燃料電池本体1で発電された電力を取り出して車両を駆動するモータ（図示省略）へ供給するパワーマネージャ20と、パワーマネージャ20に接続された酸素消費手段34と、システム全体の制御を行う中央演算処理装置（CPU）及び周辺インターフェースからなるマイクロコンピュータ28とを有する。酸素消費手段34は、燃料電池本体1から発生する負荷電流を取り出す内部負荷（ダミー抵抗）26と、燃料電池本体1とダミー抵抗26とを接続・切り離しを行う開閉器27とを有する。ここでは、酸素消費手段34は、ダミー抵抗可変抵抗装置であって、パワーマネージャ20へ送信する指令により取り出せる負荷電流を任意に制御することが出来る。なお、取り出した電力はバッテリーに充電される。パワーマネージャ20は、その内部にDCDCを有する。ダミー抵抗26は、燃料電池本体1の各単セルのアノード極の水素分布によって引き起こされるカソード触媒の腐食劣化を抑制するために使用される。具体的には、燃料電池パワープレントシステムの起動時の水素供給開始時など各単セルのアノード極で水素分布を生じるような場合に開閉器27を制御してダミー抵抗26をオン／オフしてカソード触媒の腐食劣化を抑制している。

#### 【0019】

次に図2を参照して、図1に示した燃料電池システムの運転を停止する際の動作を説明する。

#### 【0020】

（イ）先ずS10段階において、車両用駆動モータなどの外部負荷を燃料電池本体1から切り離す。また、同時にコンプレッサ10を停止してカソード極への空気の供給を停止



し、空気調圧弁 1 1 を全開にする。なお、アノード極への水素の供給は継続して行う。水素循環ポンプ 8 も継続して動作させる。S 1 0 段階では、外部負荷を燃料電池本体 1 から切り離すので、燃料電池本体 1 は無負荷状態となり、燃料電池本体 1 の電圧は無負荷電圧まで上昇する。燃料電池本体 1 の白金触媒が高電圧に晒されると白金触媒がイオン化して白金触媒の活性有効面積が減少して劣化する反応が急速に進行する。通常、単セル当たり 0. 8 V を超えると白金触媒の溶解劣化が急速に進行する。無負荷状態ではこの 0. 8 V を越えた状態又はこれに近い電圧状態になる。

#### 【0 0 2 1】

(ロ) S 1 5 段階において、水素圧力調整弁 4 により制御する水素圧の目標値（圧力制御目標値）を設定する。S 1 0 段階で空気の供給を停止しているので空気圧は大気圧である。ここでは、カソード極とアノード極間の差圧上限値を「目標圧力」とする。目標圧力は、大気圧に差圧上限分を加えたものであり、空気の供給を停止しているためアノード目標圧力は高圧にすることができない。したがって、負荷電流を多く取り出すと過渡的に水素不足になるリスクが高くなる。そこでここでは予め実験で適当な負荷電力を求めるようにし、1 0 k W としている。

#### 【0 0 2 2】

(ハ) S 2 0 段階において、ダミー抵抗 2 6 で消費する負荷電力[W]の目標値（目標負荷電力）を設定し、これに応じて燃料電池本体 1 から取り出す負荷電流[A]の目標値（目標負荷電流）を（3）式の計算式から算出する。なお、燃料電池電圧は、電圧センサ 2 1 の値を示す。

#### 【0 0 2 3】

$$\text{目標負荷電流}[A] = \text{目標負荷電力}[W] \div \text{燃料電池電圧}[V] \quad \cdots (3)$$

同時に、ダミー抵抗開閉器 2 7 を閉じて、燃料電池本体 1 とダミー抵抗 2 6 とを接続する。これにより、ダミー抵抗 2 6 が負荷電流を燃料電池本体 1 から取り出すことが出来る。ここでは、目標負荷電流をパワーマネージャ 2 0 に送信して、パワーマネージャ 2 0 が目標負荷電流をダミー抵抗 2 6 が取り出せるように電位差を作り出すようにしている。S 2 0 段階では、ダミー抵抗 2 6 を接続してダミー抵抗 2 6 に負荷電流を流すため、燃料電池本体 1 の電圧が低下し始める。これによって白金触媒の溶解劣化を抑制することができる。カソード極への空気の供給を停止して水素を流しつづけた状態であるのでこの時はカソード極の酸素が消費されて電圧は急速に低下する。また、水素を供給し続けることで水素がカソード極へクロスオーバーして酸化した触媒（PtO）を還元するように作用する利点もある。水素は供給し続けているので水素不足になる心配はなく、白金溶解の劣化抑制のためにはできるだけ速く電圧を低下させることが必要であり、できるだけ速く電圧を低下させるためにはできるだけ多くの負荷電流を取り出すようにする必要がある。

#### 【0 0 2 4】

(ニ) S 3 0 段階において、燃料電池本体 1 の電圧が第 1 の所定値以下になったかどうかを判断する。ここで「第 1 の所定値」は水素供給を停止してもよいかどうかを判断する電圧である。電圧が第 1 の所定値以下である場合（S 3 0 段階で YES）は S 3 2 段階に進み、電圧が第 1 の所定値より大きい場合（S 3 0 段階で NO）は S 3 5 段階に進む。S 3 5 段階において、目標負荷電流をパワーマネージャ（PM）2 0 へ送信し、その後、リターンへジャンプする。

#### 【0 0 2 5】

(ホ) S 3 2 段階において、水素循環ポンプ 8 の回転数を増加させる。また、パージ弁 7 を所定時間だけ開き、その後閉じる。水素循環ポンプ 8 の回転数を増加することで燃料電池本体 1 のアノード極を通過する水素量が増加するようにして水素供給を停止してダミー抵抗 2 6 に負荷電流を流して水素を消費している時に水素不足となることを防止する。パージ弁 7 を開いてアノード極に溜まっている水素以外の不純物ガスを排出してアノード極内に新鮮な水素が入ってくるようにする。これにより、水素供給を停止してダミー抵抗 2 6 に負荷電流を流して水素を消費している時に水素不足を防止することができる。

#### 【0 0 2 6】

(へ) S40段階において、水素供給元弁3を閉じて水素タンク2からの水素供給を停止する。即ち、まだ電圧が十分低下しておらずダミー抵抗26で負荷電流を消費させ続けている最中に水素の供給を止める。水素供給元弁3を閉じて、水素供給元弁3から下流には圧縮された水素ガスが残留しているため、すぐに水素がなくなる訳ではないため、ダミー抵抗26で負荷電流を消費させ続けることが可能となる。

【0027】

通常、燃料電池システムを停止する場合には水素供給元弁3から下流の圧縮された水素を排出してアノード極の残圧を大気圧まで落としてからシステムを停止終了する。電圧が十分に低下してダミー抵抗26で負荷電流を消費する必要がなくなったあと水素供給を停止すると、その時点から水素供給元弁3から下流に圧縮された水素を排出してアノード極の残圧を大気圧まで落とす必要がある。この時水素を一気に大気に放出できれば良いが、水素ガスは可燃ガスであるため一気に大気に放出することができない。そこで別途希釈用容器に水素を排出して希釈プロア9で多量の空気と混ぜて希釈して大気に排出するようにする。このためアノード極の残圧を大気圧まで落とすのに時間がかかり停止時間が長くなる。

【0028】

また、水素供給元弁3から下流には圧縮された水素が残っているので一気に大気圧まで低下させようとする多量の水素が燃料電池本体1のアノード極を通過して大気へ排出されるようになる。このとき、アノード極の圧力が上昇するためカソード極とアノード極間の差圧上限値を越えてしまう可能性がある。このためカソード極とアノード極間の差圧を上限値以下に保ちながらアノード極の残圧を大気圧まで落とさなければならず時間がかかり停止時間が長くなる。

【0029】

S40段階のようにダミー抵抗26で負荷電流を消費して発電させている最中に水素供給を停止すると残留水素はダミー抵抗26に流れる負荷電流で消費されるのでアノード極の残圧を大気圧まで落とす時間が短縮できるようになり、停止時間の短縮が可能になる。

【0030】

(ト) S50段階において、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御のための目標圧力を設定する。ここでは、図3に示すように、「目標圧力下限値」をカソード極の圧力にカソード極とアノード極間の差圧上限値を加えたものとした。なお、空気供給は既に停止しているのでカソード極の圧力は大気圧となっている。

【0031】

(チ) S60段階において、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を開始する。この処理は、図6に示すように、PI制御器としてのマイクロコンピュータ28を使用して、目標圧力とアノード極入口の圧力センサ6aの測定値から「目標負荷電流」を求める。

【0032】

(リ) S70段階において、水素圧力調整弁4によるアノード極入口の圧力制御を停止する。具体的には、S40段階で水素供給元弁3を閉じて水素供給を停止しているので、水素圧力調整弁4による圧力制御を停止して、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御に切り替える。そして、S80段階において、水素圧力調整弁4を所定の応答で全開にしていく。一気に全開にしてもS60段階で本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を開始しているのでアノード極圧力が差圧上限値を越えて高くなることはないが、制御遅れ等考慮して所定の時定数で水素圧力調整弁4を全開にする。

【0033】

(ヌ) S85段階において、S20段階で算出した目標負荷電流を取り消して、本発明の負荷電流によるアノード極入口圧力制御によって算出した目標負荷電流を採用してパワーマネージャ(PM)20に送信する。

【0034】

停止時間短縮のためにS40段階においてダミー抵抗26を用いて負荷電流を消費させ

ながら電圧が高い状態において水素供給を停止して、残留水素をダミー抵抗 26 に流れる負荷電流で消費するようにした。しかし、負荷電流が適切でないと水素不足を起こしてしまう。水素不足を起こすとプロトンが不足し、このプロトン不足を補うためカソード側ではカソード触媒と触媒を支持するカーボン材と水 ( $H_2O$ ) が反応してしまう。これにより、カソード触媒の有効面積が減少し、腐食劣化反応を引き起こしこの劣化による燃料電池へのダメージはかなり大きい。

#### 【0035】

第 1 の実施の形態に係わる燃料電池システムは、水素供給系に水素供給弁 3 と水素圧力調整弁 4 とを備えているので、水素供給弁 3 を閉じててもその下流には圧縮された水素が残留する。水素供給弁 3 と水素圧力調整弁 4 の間の圧力は水素圧力調整弁 4 とアノード極入口の圧力に比べて高くなっている。このため残留水素はどんどん燃料電池本体のアノード極に流入してくる。このままにしておくとアノード極圧力はどんどん上昇する。ここで負荷電流を取り出して水素を消費するようにすれば、圧力の上昇は抑制できる。ここでは、「目標圧力」となるように負荷電流で消費する水素量を操作するので、アノード極に流入した水素と負荷電流で消費する水素が等しくなる状態を維持するように作用する。この作用によって、アノード極に流入した水素と同量の水素だけ負荷電流で消費するようにでき、アノード極入口圧力を「目標圧力」に維持するようにできる。また、水素供給を停止してダミー抵抗 26 に負荷電流を流して水素を消費している最中に水素不足となるリスクを回避することができる。

#### 【0036】

(ル) S90 段階において、燃料電池システムを停止終了することが可能かどうかを判断する。この処理の詳細については、図 4 を参照して後述する。燃料電池システムを停止終了することが可能である場合 (S90 段階において YES)、S100 段階に進み、燃料電池システムの停止終了処理を行う。具体的には、ダミー抵抗開閉器 27 を開き、水素循環ポンプ 8 の運転を停止し、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を停止し、パージ弁 7 を開く。燃料電池システムを停止終了することが不可能である場合 (S90 段階において NO)、そのまま、リターンヘジャンプする。

#### 【0037】

次に、図 4 を参照して S90 段階における詳細な動作について説明する。

#### 【0038】

(A) S910 段階において、目標圧力を維持できる残留水素がなくなったかどうかを判断する。S910 段階の詳細な動作について図 5 を参照して後述する。目標圧力を維持できる残留水素がなくなった場合 (S910 段階において YES)、S920 段階に進む。目標圧力を維持できる残留水素がまだある場合 (S910 段階において NO)、そのままリターンヘジャンプする。

#### 【0039】

(B) S920 段階において、アノード極の圧力が目標圧力下限値かどうかを判断する。目標圧力下限値は S50 段階において目標圧力下限値 = カソード極圧力 + (差圧制限上限値) としているので、この差圧分だけ燃料電池のアノード極内に圧力が残っている。この時点では目標圧力下限値に維持可能な水素がもうなくなって、目標圧力下限値に維持する限界の水素しか残っていない状態なので、ここで、一気に残留水素を放出してもカソード極とアノード極間の差圧制限を越えるような多量の水素は流れることがない。よって、アノード極の圧力が目標圧力下限値である場合 (S920 段階において YES)、S930 段階において、燃料電池システムを停止終了することが可能であると判断する。

#### 【0040】

第 1 の実施の形態では、残留水素がまだ存在する状態でダミー抵抗 26 を遮断可能な電圧まで電圧が低下した場合であっても燃料電池システムの運転を停止終了することが可能であると判断せず、目標圧力下限値を維持できる残留水素がなくなるまで待つようにしている。この時、ダミー抵抗 26 で消費する負荷電流はなくなる。このような場合、燃料電池本体 1 のカソード極に酸素がなくなった状態で電圧が低下しているのに負荷電流を引き

出すと、アノード極からカソード極にクロスオーバーした水素がカソード極で  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$  (アノード極と反対の反応) を引き起こす。この時、燃料電池本体セルに損傷は与えないが、ここでは水素供給を停止しているのでアノード極の水素は潤沢にあるわけではなく不足を引き起こす可能性あるためである。

【0041】

また、目標圧力下限値を維持できる残留水素がなくなるまで待つようにしているのは燃料電池システムの停止終了として一気に残留水素を放出してもカソード極とアノード極の差圧上限値を越えないようにするためである。

【0042】

次に、図5を参照してS910段階における詳細な動作について説明する。

【0043】

(a) S9050段階において、水素圧力調整弁4が全開かどうかを判断する。水素圧力調整弁4が全開ならば(S9050段階においてYES)、S9100段階に進み、水素圧力調整弁4が全開でない場合(S9050段階においてYES)、そのままリターンヘジャンプする。水素圧力調整弁4が全開でない場合は、水素圧力調整弁4の上流に圧縮された水素が残留しているためである。

【0044】

(b) S9100段階において、燃料電池本体1から取り出す負荷電流の測定値の読み込む。

【0045】

(c) S9200段階において、読みこんだ負荷電流が零であるか否かを判断する。負荷電流が零である場合(S9200段階においてYES) S9300段階に進み、負荷電流が零でない場合(S9200段階においてNO)、そのままリターンヘジャンプする。

【0046】

(d) S9300段階において、負荷電流が零である場合、目標圧力を維持できる残留水素がないと判断する。

【0047】

負荷電流を取り出して水素を消費して残留水素が減少してくるとアノード極に流入する水素量は低下してくる。目標圧力に維持するためには流入水素量低下に合わせて負荷電流で消費する水素量も減少する。水素供給元弁3と水素圧力調整弁4の間の圧力が水素圧力調整弁4とアノード極入口の圧力と等しくなるとアノード極に流入する水素がなくなる。このようにして負荷電流はだんだんと零に向かって減少して、最終的には零になる。第1の実施の形態ではこの時点を検出して目標圧力を維持できる残留水素がなくなったと判断するようにしている。なお、S50段階で目標圧力下限値=カソード極圧力+(差圧制限上限値)としているのでこの圧力になった時点で負荷電流が零になり、目標水素圧力下限値だけの残圧が残る状態となる。

【0048】

(第2の実施の形態)

図7に示すように、本発明の第2の実施の形態に係わる燃料電池システムは、図1に示す燃料電池システムに比して、水素供給系に水素圧力調整弁4がなく水素供給元弁3のみで停止時間の短縮を実現するシステムである。したがって、水素圧力調整弁4を駆動して水素圧力を制御する水素圧力制御手段23も存在しない。その他の構成要素は、図1の燃料電池システムと共通するため、その説明を省略する。

【0049】

水素圧力調整弁4が存在しないため、図7に示した燃料電池システムの運転を停止する際の動作は、図8に示すように、図2のフローチャートに示した段階のうち、S15段階、S70段階及びS80段階は省略される。また、図2のS50段階の代わりにS50A段階となり、図2のS90段階の代わりにS90A段階となる。図2のS100段階も一部が異なる。その他の段階(S10、S20、S30、S32、S35、S40、S60、及びS85)は図2のフローチャートと共通する。図8乃至図11を参照して、図7に

示した燃料電池システムの運転を停止する際の動作について説明する。

【0050】

(イ) 図2を参照して説明したように、S10、S20、S30、S32、S35、及びS40段階を実施する。即ち、先ずS10段階において、外部負荷を燃料電池本体1から切り離し、同時にコンプレッサ10を停止してカソード極への空気の供給を停止し、空気調圧弁11を全開にする。なお、アノード極への水素の供給は継続して行う。水素循環ポンプ8も継続して動作させる。

【0051】

(ロ) S20段階において、ダミー抵抗26で消費する負荷電力[W]の目標値(目標負荷電力)を設定し、これに応じて燃料電池本体1から取り出す負荷電流[A]の目標値(目標負荷電流)を算出する。同時に、ダミー抵抗開閉器27を閉じて、燃料電池本体1とダミー抵抗26とを接続する。S30段階において、燃料電池本体1の電圧が第1の所定値以下になったかどうかを判断する。電圧が第1の所定値以下である場合(S30段階でYES)はS32段階に進み、電圧が第1の所定値より大きい場合(S30段階でNO)はS35段階に進む。S35段階において、目標負荷電流をパワーマネージャ(PM)20へ送信し、その後、リターンヘジャンプする。

【0052】

(ハ) S32段階において、水素循環ポンプ8の回転数を増加させる。また、パージ弁7を所定時間だけ開き、その後閉じる。S40段階において、水素供給元弁3を閉じて水素タンク2からの水素供給を停止する。

【0053】

(ニ) S50A段階において、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を行うための目標圧力を設定する。S50A段階の詳細については、図9を参照して後述する。

【0054】

(ホ) S60段階において、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を開始する。この処理は、図6に示すように、PI制御器としてのマイクロコンピュータ28を使用して、目標圧力とアノード極入口の圧力センサ6aの測定値から「目標負荷電流」を求める。

【0055】

(ヘ) S85段階において、S20段階で算出した目標負荷電流を取り消して、本発明の負荷電流によるアノード極入口圧力制御によって算出した目標負荷電流を採用してパワーマネージャ(PM)20に送信する。

【0056】

(ト) S90A段階において、燃料電池システムを停止終了することが可能かどうかを判断する。この処理の詳細については、図11を参照して後述する。燃料電池システムを停止終了することが可能である場合(S90A段階においてYES)、S100段階に進み、燃料電池システムの停止終了処理を行う。具体的には、ダミー抵抗開閉器27を開き、水素循環ポンプ8の運転を停止し、本発明の負荷電流によるアノード極入口の圧力制御を停止し、パージ弁7を閉じる。燃料電池システムを停止終了することが不可能である場合(S90A段階においてNO)、そのまま、リターンヘジャンプする。

【0057】

次に、図9を参照してS50A段階における詳細な動作について説明する。

【0058】

(A) S510A段階において、本発明の負荷電流によるカソード極入口の圧力制御を行うための目標圧力を設定する。第2の実施の形態では、希釈ブロー9の希釈能力に基づいて目標圧力下限値を算出する。S510A段階の詳細な手順は、図10を参照して後述する。

【0059】

(B) S520A段階において、所定の応答時定数で目標圧力低下応答を設定する。第

2の実施の形態では、所定の応答時定数でアノード極入口の圧力が低下する目標圧力低下応答とする。よって、アノード極の圧力が低いほど目標圧力の単位時間あたりの変化率が小さくなる。このことは後の負荷電流でアノード極入口の圧力を制御する処理において圧力が低くなり、残留水素が少なくなるほど燃料電池本体1から引き出す負荷電流の単位時間あたりの変化率が小さくなるように作用し、残留水素が少なくなった時に負荷電流を取り出し過ぎて水素不足を招くおそれを低減することができる。

#### 【0060】

(C) S530A段階において、目標圧力を維持できる残留水素があるかどうかを判断する。S530A段階の詳細な手順は、図11を参照して後述する。目標圧力を維持できる残留水素がまだ存在すると判断した場合(S530A段階においてNO)、S535A段階に進み、アノード極入口の圧力が所定値以下になったか否かを判断する。アノード極入口の圧力が所定値以下になった場合(S535A段階においてYES)、S540A段階に進み、S520A段階で設定した目標圧力低下応答よりもさらに緩やかな応答に変更する。このようにして水素を消費して残留水素がなくなってアノード極入口の圧力が低下してきた時に、ダミー抵抗26に負荷電流を流して水素を消費する場合に水素不足とならないようにした。

#### 【0061】

(D) 目標圧力を維持できる残留水素が存在しないと判断した場合(S530A段階においてYES)、及びアノード極入口の圧力が所定値より大きい場合(S535A段階においてNO)、S550A段階に進む。S550A段階において、目標圧力低下応答を参照して目標圧力を算出する。

#### 【0062】

次に、図10を参照してS510A段階における詳細な動作について説明する。

#### 【0063】

(a) S5100A段階において、パージ配管路を流れる水素量Qを(4)及び(5)式を用いて推定する。このとき、アノード極の圧力を変数として繰り返し計算する。この計算は前もって計算して計算結果をマイクロコンピュータに記憶させるようにしても構わない。

#### 【0064】

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = K \cdot A_o \cdot (2 \Delta P / \rho)^{1/2} \quad \dots (4)$$

$$A_o \text{ [m}^2\text{]} = (\pi/4) \cdot D_o^2 \quad \dots (5)$$

ここで、 $D_o$  [m]はパージ弁7のオリフィス口径を示し、 $\Delta P$  [Pa]はアノード極の圧力(変数)から大気圧を引いたものを示し、 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]は水素ガス密度を示し、Kは流量係数を示し、 $A_i \text{ [m}^2\text{]} = (\pi/4) \cdot D_i^2$ であり、 $D_i$  [m]は配管口径を示す。流量係数Kは、図10に示すように、 $(A_o / A_i)$ の関数である( $K = f(A_o / A_i)$ )。

#### 【0065】

(b) S5200段階において、アノード極の圧力変数に適当な初期値を代入して計算した結果Qが、希釈ブロー9で水素の可燃下限限界(4%)以下に希釈可能な水素量以下かどうかを判断する。可燃下限限界(4%)以下に希釈可能であると判断した場合(S5300A段階においてYES)、S5500A段階に進み、アノード極の圧力変数の値を目標圧力下限値として採用する。可燃下限限界(4%)より大きくて希釈可能でないと判断した場合(S5300A段階においてNO)、S5400A段階に進み、アノード極の圧力変数を変更して再度計算しなおし、S5100A段階に戻る。

#### 【0066】

次に、図11を参照してS530A段階における詳細な動作について説明する。

#### 【0067】

(イ) S5300A段階において、アノード極入口の圧力センサ6aの測定値を読み込む。

#### 【0068】

(ロ) S5310A段階において、アノード極入口の目標圧力とアノード極入口の圧力

センサ 6 a の測定値との差が所定値以上か否かを判断する。

【0069】

(ハ) 目標圧力と圧力センサ 6 a の測定値との差が所定値以上である場合 (S 5 3 1 0 A 段階において YES)、S 5 3 2 0 A 段階に進み、目標圧力を維持できる残留水素がないと判断する。目標圧力と圧力センサ 6 a の測定値との差が所定値以上でない場合 (S 5 3 1 0 A 段階において NO)、そのまま、リターンヘジャンプする。第 2 の実施の形態では、アノード極入口の目標圧力から圧力センサ 6 a の測定値を引き算した値が正の所定値以上である場合 S 5 3 2 0 A 段階で目標圧力を維持できる残留水素がないと判断する。

【0070】

第 2 の実施の形態では水素供給系に水素供給元弁 3 のみがあるので、S 4 0 段階において水素供給を停止して水素供給元弁 3 を閉じた時、水素供給元弁 3 からアノード極の圧力は同じで平衡状態にある。このため、このままだとアノード極に残留水素は流入してこない。負荷電流を取り出してアノード極側の圧力が低くなるようにしてやらないと残留水素は流入しない。

【0071】

そこで、目標圧力を所定の応答時定数で低下するようにしてダミー抵抗 2 6 に流れる負荷電流によってアノード極入口の圧力制御をするようにしたので、目標圧力まで圧力を低下させようとして負荷電流を燃料電池本体 1 から引き出す。そうすると同量の残留水素が燃料電池本体 1 に流入してくる (体積膨張する)。このようにダミー抵抗 2 6 に流れる負荷電流で消費する水素量とアノード極に流入する水素量が等しくなるので、水素供給を停止してダミー抵抗 2 6 に負荷電流を流して電圧を低下させている場合であっても水素不足にならない。このようにして負荷電流を取り出して水素を消費して残留水素がなくなると負荷電流で消費した水素と同量の水素がなくなり、アノード極入口の圧力は目標圧力を下回るようになる。図 1 1 に示した S 5 3 0 A 段階の詳細なフローチャートでは、このポイントを検出して目標圧力に維持可能な水素がなくなったと判断するようにしている。

【0072】

なお、S 9 0 A 段階は、図 4 に示した S 9 1 0 ~ S 9 3 0 段階から構成されている。S 9 1 0 段階は、図 1 1 に示した S 5 3 0 A 段階と同様な手順により、目標圧力を維持できる残留水素があるか否かを判断する。目標圧力を維持できる残留水素がないと判断した場合 (S 9 1 0 段階において YES)、S 9 2 0 段階に進み、アノード極入口の圧力が最低下限値かどうかを判断する。最低下限値は S 5 1 0 A 段階において希釈ブローア 9 で水素の可燃下限限界 (4 %) 以下に希釈可能な水素量となるように決められている。よって、S 9 2 0 段階において最低下限値と判断した場合 (S 9 2 0 段階において YES)、一気に残留している水素を放出しても可燃限界以下に希釈することができるため、S 9 3 0 段階において燃料電池システム停止終了可能と判断する。

【0073】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明は、第 1 及び第 2 の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。即ち、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。したがって、本発明はこの開示から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ限定されるものである。

【0074】

以上説明したように、請求項 1 に係わる発明によれば、燃料電池システムの停止時に触媒劣化抑制手段を実行してダミー抵抗 2 6 等を接続して電圧を低下させている最中に、例えば燃料電池本体 1 の電圧が所定電圧まで低下したあとに、水素の供給を停止して残留水素をダミー抵抗 2 6 等に流れる負荷電流で消費するようにして、触媒劣化抑制と残留水素を大気圧まで低下させる処理を同時に実行するようにしたので、燃料電池停止終了までの時間を短縮することができる。

## 【0075】

図12(a)及び(b)に示すように、(a)水素の供給を停止することが出来る所定電圧まで低下するのを待ち、(b)当該所定電圧において水素の供給を停止し、(c)残留水素をダミー抵抗26等にかかる負荷電流で消費するようにして、触媒劣化抑制と残留水素を大気圧まで低下させる処理を同時に実行する。一方、従来の停止方法では、(1)水素の供給をしながらダミー抵抗26を遮断することが出来る所定電圧まで待ち、(2)当該所定電圧において水素供給を停止し、(3)残留水素を希釈ブロー9で希釈する。よって、図12(c)に示すように、本発明では、触媒劣化抑制と残留水素を大気圧まで低下させる処理を同時に実行する期間の分だけ、停止時間を短縮することが出来る。

## 【0076】

また水素供給を停止した後、アノード極の圧力を所定の圧力に維持するよう燃料電池本体1から取り出す目標負荷電流を算出して残留水素を消費するようにして水素極圧力を制御するようにした。アノード極の圧力の特性は、アノード極へ流入する水素量 $Q_{in}$ からアノード極で消費される水素量 $Q_{out}$ を除いた水素量の積分したものとなり(圧力 $=K \cdot \int (Q_{in} - Q_{out})$ )で表される。アノード極入口の圧力を所定の目標圧力に維持するためには流入水素量 $Q_{in}$ を消費水素量 $Q_{out}$ に等しくしなければならない。このような作用により、アノード極の圧力を所定の圧力に維持するよう燃料電池本体1から取り出す負荷電流を制御すると、アノード極に流入する水素量と負荷電流で消費する水素量が等しくなり、水素不足を防止することができる。

## 【0077】

図13(a)に示すように、燃料電池本体1のアノード極入口よりも上流側に圧縮された残存水素が多量にあり圧力 $P_1$ がアノード極入口の圧力 $P_2$ よりも高い時、アノード極に水素が $\Delta q$ 流入しようとする。図13(b)に示すように、 $P_1$ が $P_2$ よりも大きい場合、アノード極に残留水素が流入してアノード極入口の圧力が上昇しようとする時、負荷電流を流して消費する水素量を同量の $\Delta q$ だけ増やして目標圧力に維持するようにでき、水素不足とならないように残留水素を消費することができる。

## 【0078】

また、アノード極入口の圧力 $P_1$ とアノード極上流側の圧力 $P_2$ が同じ場合( $P_1 = P_2$ )には、図13(c)に示すように、圧力平衡状態あるのでこのままでは水素はアノード極に流入してこない。ここで負荷電流を $\Delta q$ 増加すると、アノード極入口の圧力が低下しようとする。するとアノード極に水素が同量の $\Delta q$ だけ流入して、目標圧力に維持するようにでき、水素不足とならないように残留水素を消費することができる。なぜなら、圧力平衡にある系内全体にある水素(体積膨張した水素)を消費するからである。

## 【0079】

また、通常燃料電池本体1での水素と酸素との反応は、水素1モルにつき酸素が(1/2)モルを消費するで、水素の方が酸素よりも多く消費されるので、アノード極、カソード極ともにガス供給を停止し、その後も負荷電流を消費させ続けた場合にはアノード極に残存した水素のほうがカソード極に残存した酸素よりも速く消費されるため、水素不足を起こす可能性がある。請求項1に係わる発明では、触媒劣化抑制手段を実行開始後に、酸素を消費させて残存酸素量を少なくしたあとに水素供給を停止するようにしたので、カソード極の残存酸素のほうがアノード極に残存した水素よりも速く消費されてなくなり、水素不足を起こすことなく残留酸素を消費させることができる。

## 【0080】

また、水素圧力調整弁4で水素圧力を制御する場合、停止時間を短縮するために大きな負荷電流を流して残留水素を消費すると、負荷電流で消費する水素とアノード極に流入する水素のバランスが崩れて水素不足になる可能性がある。請求項1に係わる発明では、負荷電流操作によるアノード極圧力制御に切り替えることで、負荷電流で消費する水素量とアノード極に流入する水素が等しくなるので水素不足を防止することができる。

## 【0081】

請求項2に係わる発明によれば、負荷電流操作手段を実行している時に、目標圧力に維



持可能な残留水素がなくなったことを判断する。水素供給を停止したときに、アノード極の圧力を目標圧力に維持するように残留水素を消費するにつれて目標圧力に維持するため負荷電流で消費する水素量も零に向かって減少する。このように負荷電流が零に向かって減少しており所定値以下になった場合、目標圧力に維持する残留水素量がなくなったと判断することができる。

#### 【0082】

図14(a)に示すように、燃料電池本体1のアノード極入口よりも上流側に圧縮された残存水素が多量にあり圧力 $P_1$ がアノード極入口の圧力 $P_2$ よりも高い時、アノード極に水素が $\Delta q$ 流入しようとする。図14(b)に示すように、 $P_1$ が $P_2$ よりも大きい場合、アノード極に残留水素が流入してアノード極入口の圧力が上昇しようとする、流入する水素量と同量の水素を負荷電流を流して消費し、目標圧力で平衡状態になり、流入する水素量及び負荷電流が零になる。したがって、実際のアノード極の圧力が目標圧力より下回る前に残留水素量がなくなったことを検出することで、負荷電流の取り出しを終了とする時期を判断するようにできる。また、残留水素量が少なくなりこれ以上ダミー抵抗26に流れる負荷電流で水素を消費すると水素不足の可能性が高い場合には、負荷電流を取り出さないようにすることで水素不足を防止するようにできる。

#### 【0083】

また、アノード極入口の圧力 $P_1$ とアノード極上流側の圧力 $P_2$ が同じ場合( $P_1 = P_2$ )には、図14(c)に示すように、圧力平衡状態あるのでこのままでは水素はアノード極に流入してこない。ここで負荷電流を $\Delta q$ 増加すると、アノード極入口の圧力が低下しようとする。すると流入する水素量と同量の水素を負荷電流を流して消費し(圧力平衡にある系内全体にある水素を消費する)、目標圧力で平衡状態になり、流入する水素量及び負荷電流が零になる。このとき燃料電池本体1の電圧は十分低い値まで落ちていなくても終了するようにすることができ、燃料電池本体1が高電圧にさらされた状態に起因する白金触媒溶解劣化よりも劣化損失の程度が大きい水素不足に起因する触媒劣化を防止することができる。

#### 【0084】

請求項3に係わる発明によれば、図15に示すように、負荷電流操作手段の実行時に、アノード極の圧力が低下するにつれて目標圧力の低下速度が緩やかになるように低下させる。目標圧力をより小さい値に変更することは負荷電流で消費する水素量を多くする作用であり、結果としてアノード極の残圧を速く低減させることができ、停止時間を短縮することができる。

#### 【0085】

また、アノード極の圧力が低下するにつれて目標圧力の低下速度が緩やかになるように変更することで、残留水素量が少なくなるにつれて消費する水素量の単位時間当たりの変化率を小さくすることができ、残留水素量が少なくなった時の水素不足のリスクを低減するようにできる。

#### 【0086】

請求項4に係わる発明によれば、触媒劣化抑制手段の実行前から燃料電池システム終了まで継続して水素を循環するようにしたので、触媒劣化抑制手段を実行中に水素供給を停止してダミー抵抗26に負荷電流を流して残留水素を消費している最中に水素不足のリスクを低減するようにできる。

#### 【0087】

請求項5に係わる発明によれば、触媒劣化抑制手段の実行中に水素供給を停止する前にパージ弁7を開いてアノード極に溜まった水素以外の不純物ガスを排出して水素循環経路内を新鮮な水素で満たすようにしたので、触媒劣化抑制手段を実行中に水素供給を停止してダミー抵抗26に負荷電流を流して残留水素を消費している最中に水素不足のリスクを低減するようにできる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0088】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係わる燃料電池システムを示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示した燃料電池システムの運転を停止する際の動作を示すフローチャートである。

【図 3】図 2 の S 5 0 段階の詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 4】図 2 の S 9 0 段階の詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 5】図 4 の S 9 1 0 段階の詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 6】図 1 のマイクロコンピュータを使用して、目標圧力とアノード極入口の圧力センサの測定値から目標負荷電流を求める手順を示すブロック図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態に係わる燃料電池システムを示すブロック図である。

【図 8】図 7 に示した燃料電池システムの運転を停止する際の動作を示すフローチャートである。

【図 9】図 8 の S 5 0 A 段階の詳細な手順を示すフローチャートである。

【図 10】図 9 の S 5 1 0 A 段階の詳細な手順を示すフローチャートである。

【図 11】図 9 の S 5 3 0 A 段階の詳細な手順を示すフローチャートである。

【図 12】図 12 (a) 乃至図 12 (c) は、第 1 及び第 2 の実施の形態による効果を説明するための図である (その 1)。

【図 13】図 13 (a) 乃至図 13 (c) は、第 1 及び第 2 の実施の形態による効果を説明するための図である (その 2)。


【図 14】図 14 (a) 乃至図 14 (c) は、第 1 及び第 2 の実施の形態による効果を説明するための図である (その 3)。

【図 15】第 1 及び第 2 の実施の形態による効果を説明するための図である (その 4)。

【符号の説明】

【0089】

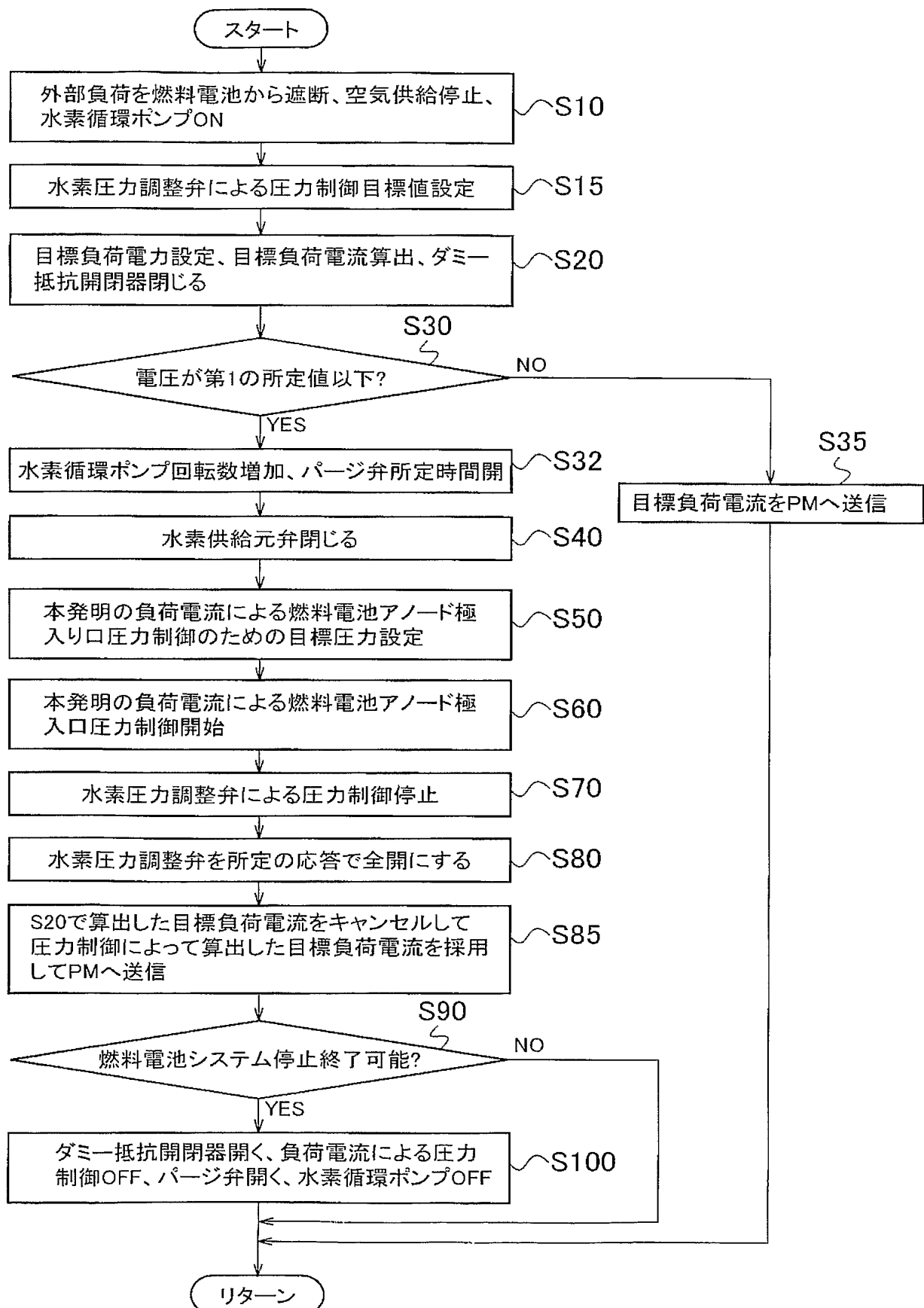
- 1…燃料電池本体
- 2…水素タンク
- 3…水素供給元弁
- 4…水素圧力調整弁
- 5…エゼクタ
- 6 a…圧力センサ
- 6 b…圧力センサ
- 7…パージ弁
- 8…水素循環ポンプ
- 9…希釈ブロア
- 10…コンプレッサ
- 11…空気調圧弁
- 12…純水ポンプ
- 13…純水タンク
- 14 a～14 c…純水回収弁
- 14 d…純水シャット弁
- 15…冷却水ポンプ
- 16…三方弁
- 17…ラジエタ
- 18…ラジエタファン
- 19…温度センサ
- 20…パワーマネージャ
- 21…電圧センサ
- 22…空気圧力制御手段



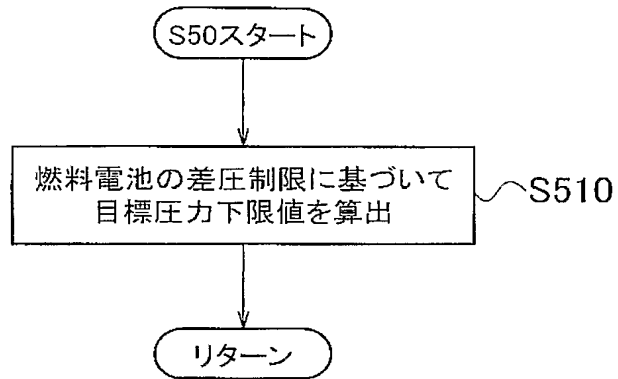
2 3 …水素圧力制御手段  
2 4 …冷却水温度制御手段  
2 5 …純水回収手段  
2 6 …ダミー抵抗  
2 7 …開閉器  
2 8 …マイクロコンピュータ  
2 9、3 0 …センサ  
3 1、3 2 …セパレータ  
3 3 …電解質膜  
3 4 …酸素消費手段  
3 0 1 …減圧弁



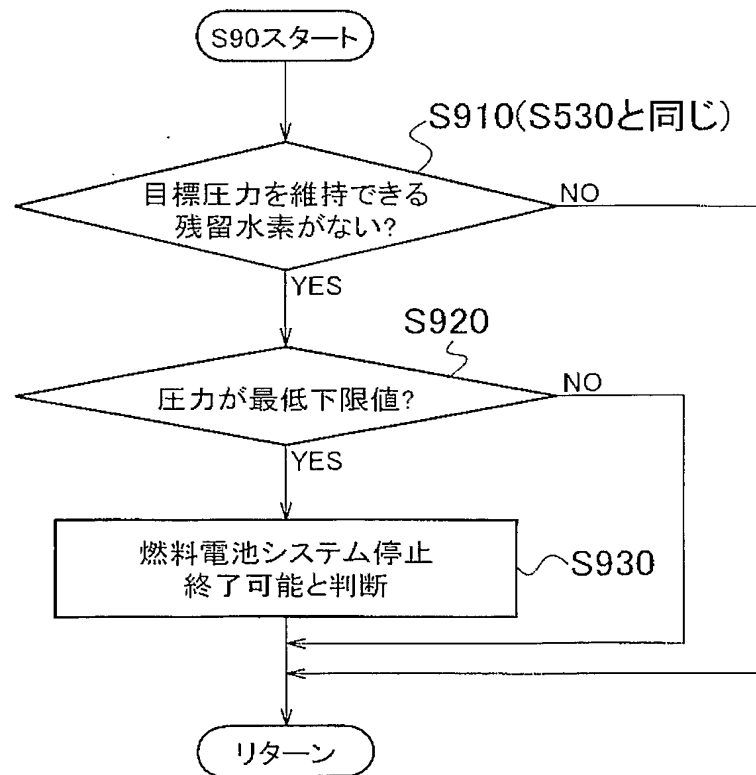
【図 2】



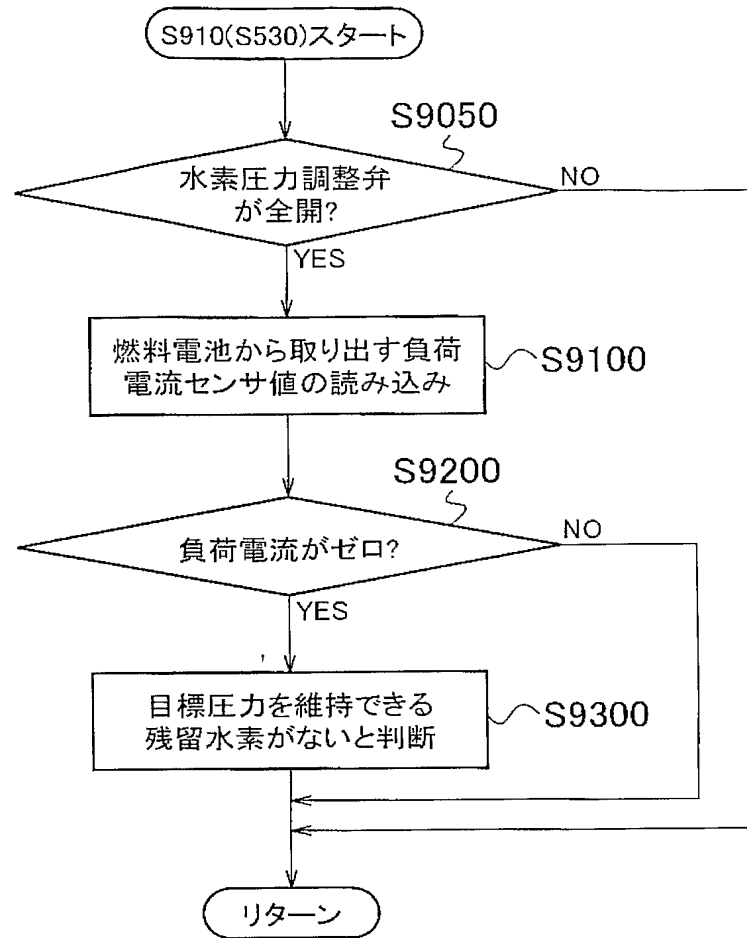
【図 3】



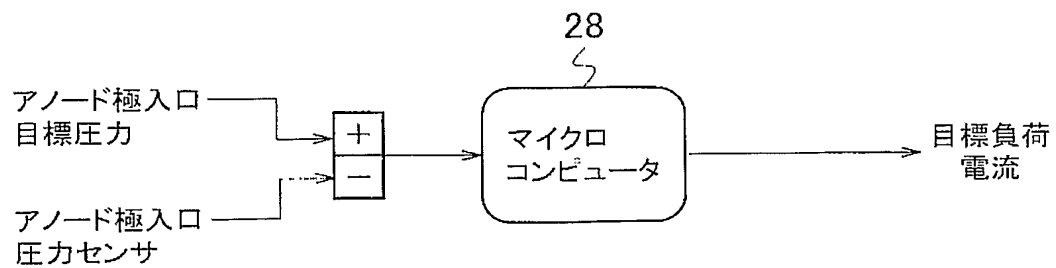
【図 4】



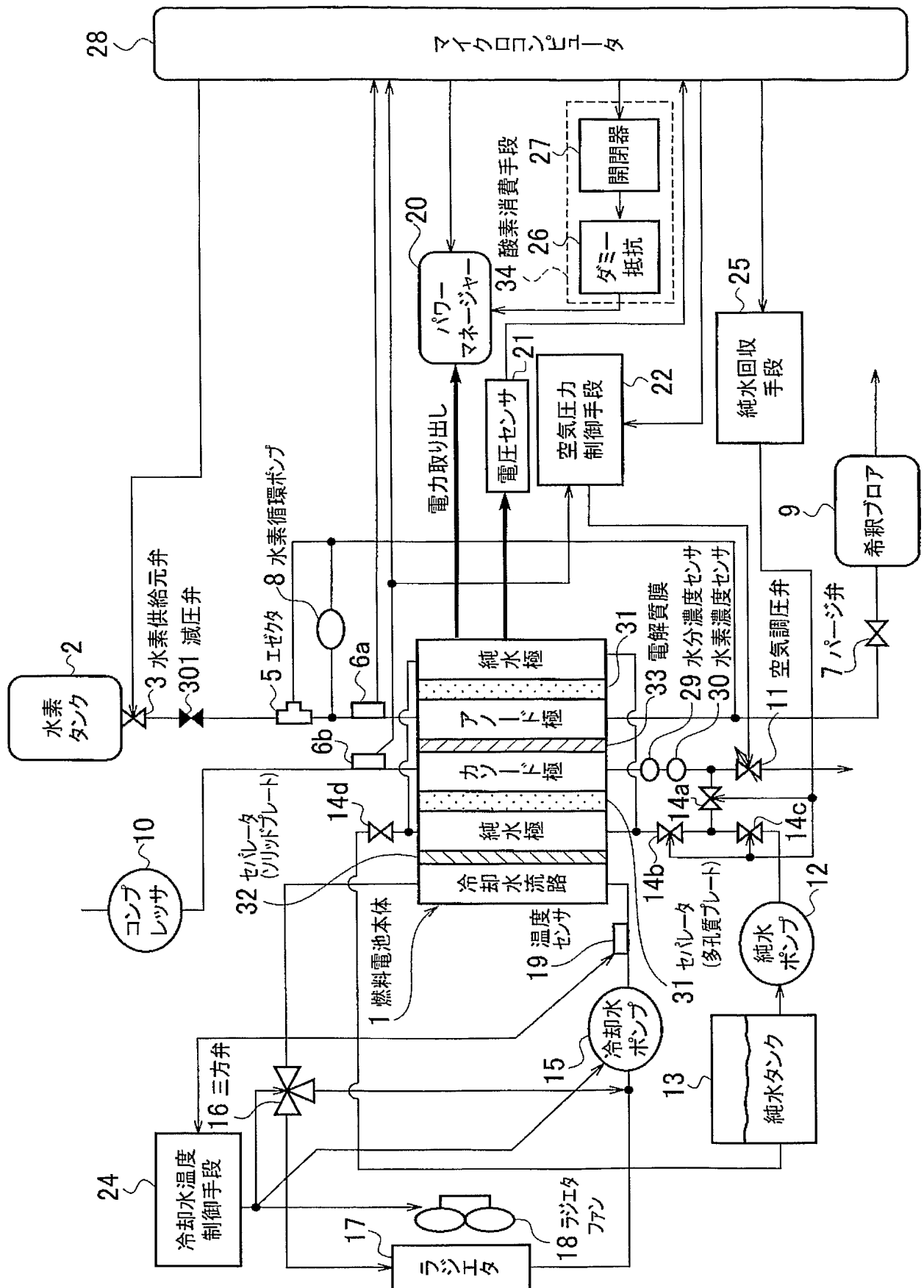
【図 5】



【図 6】

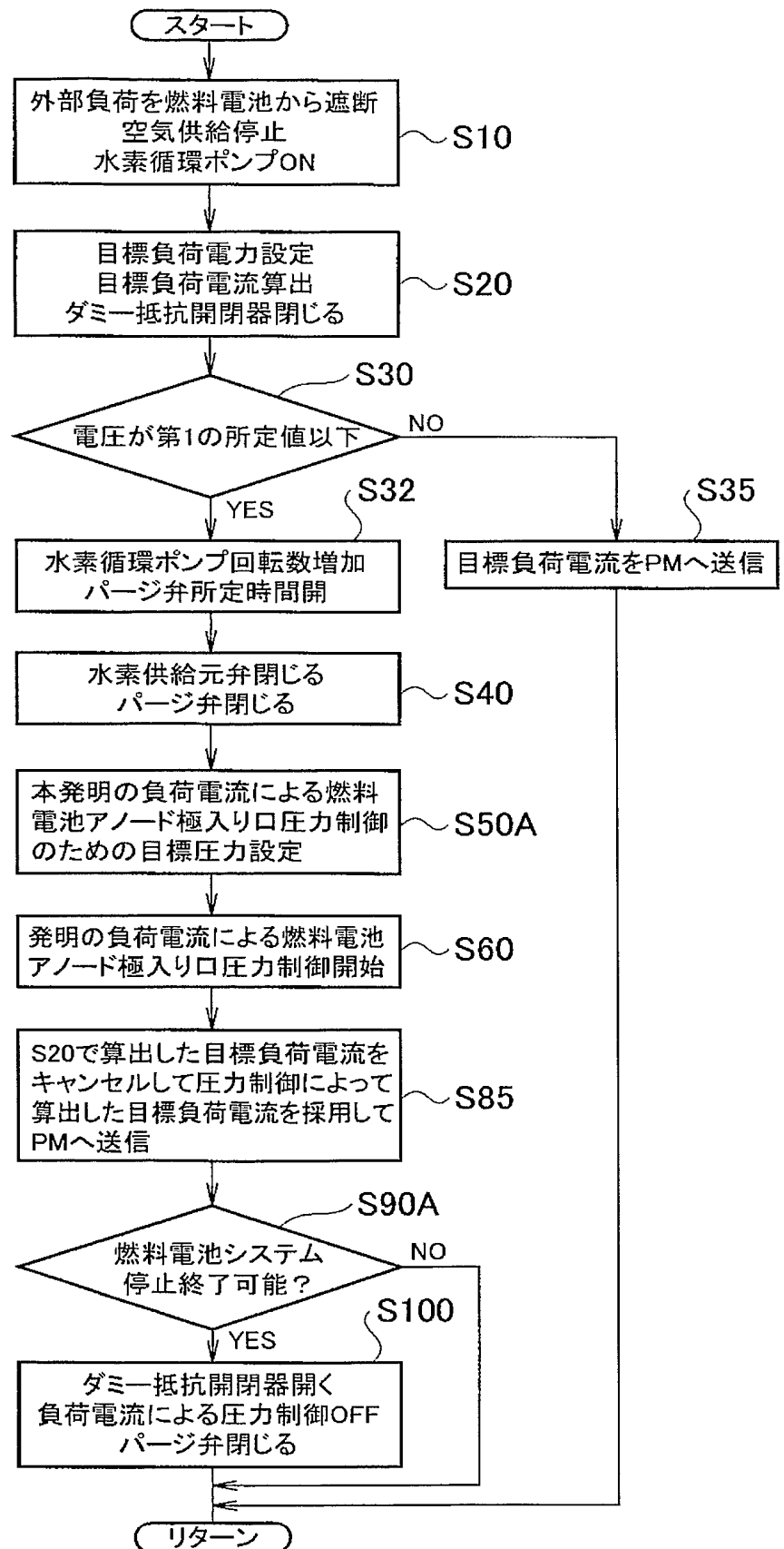


【図7】

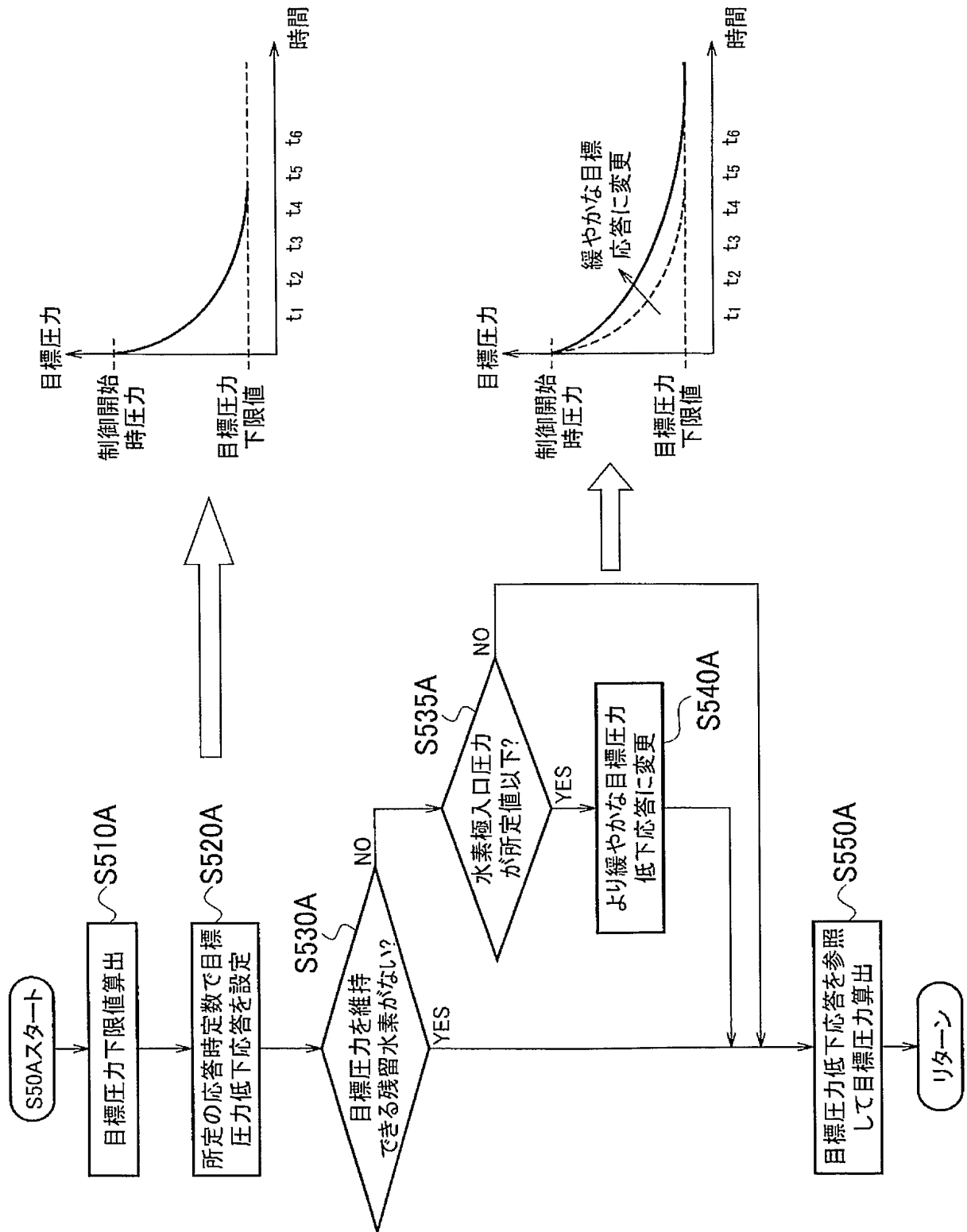




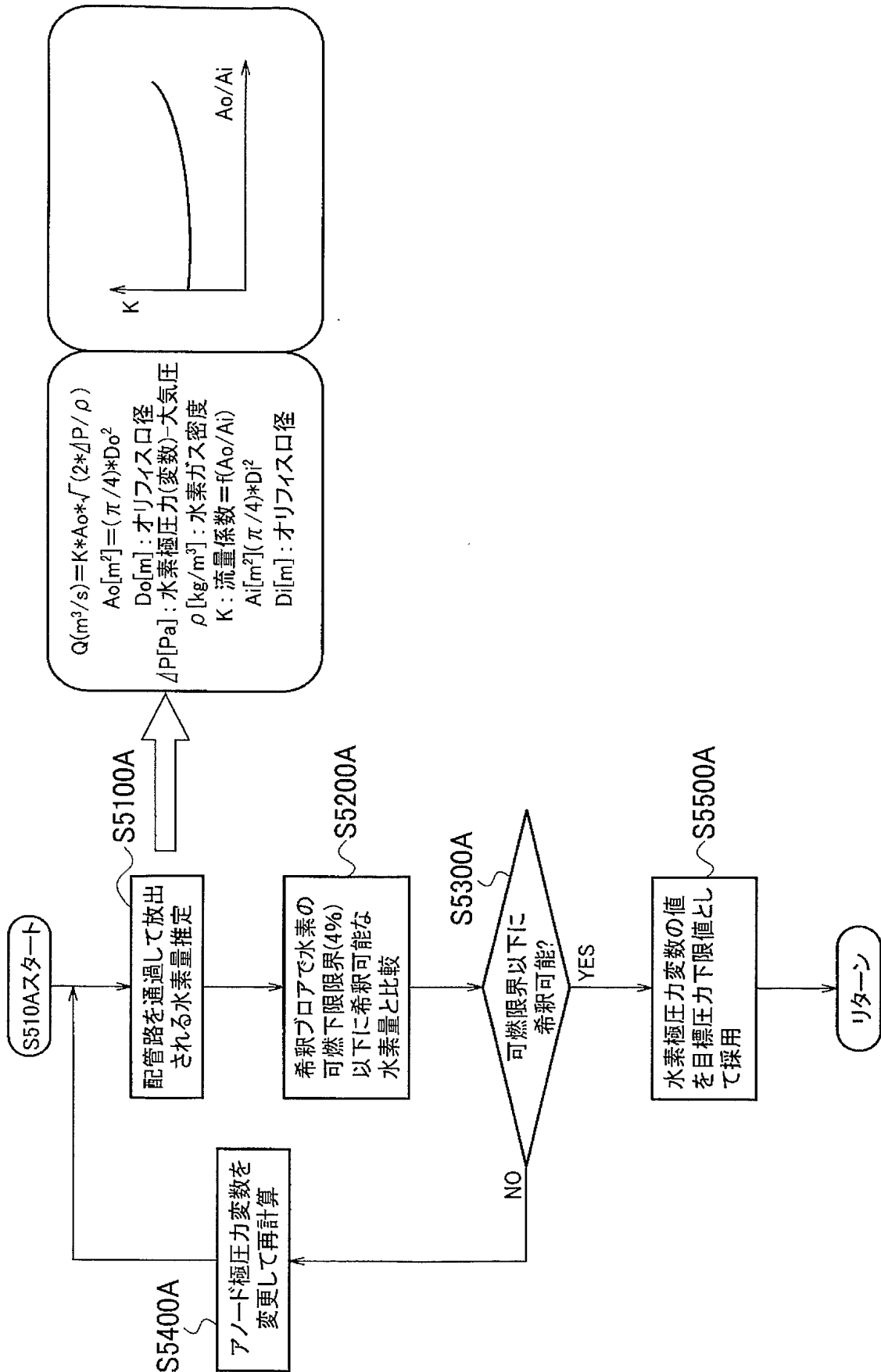
【図 8】



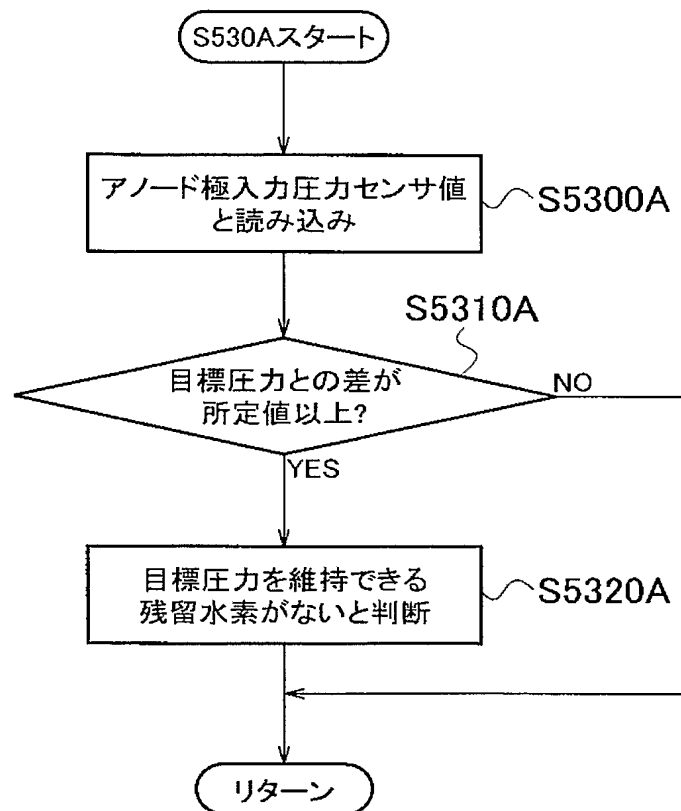
【図 9】



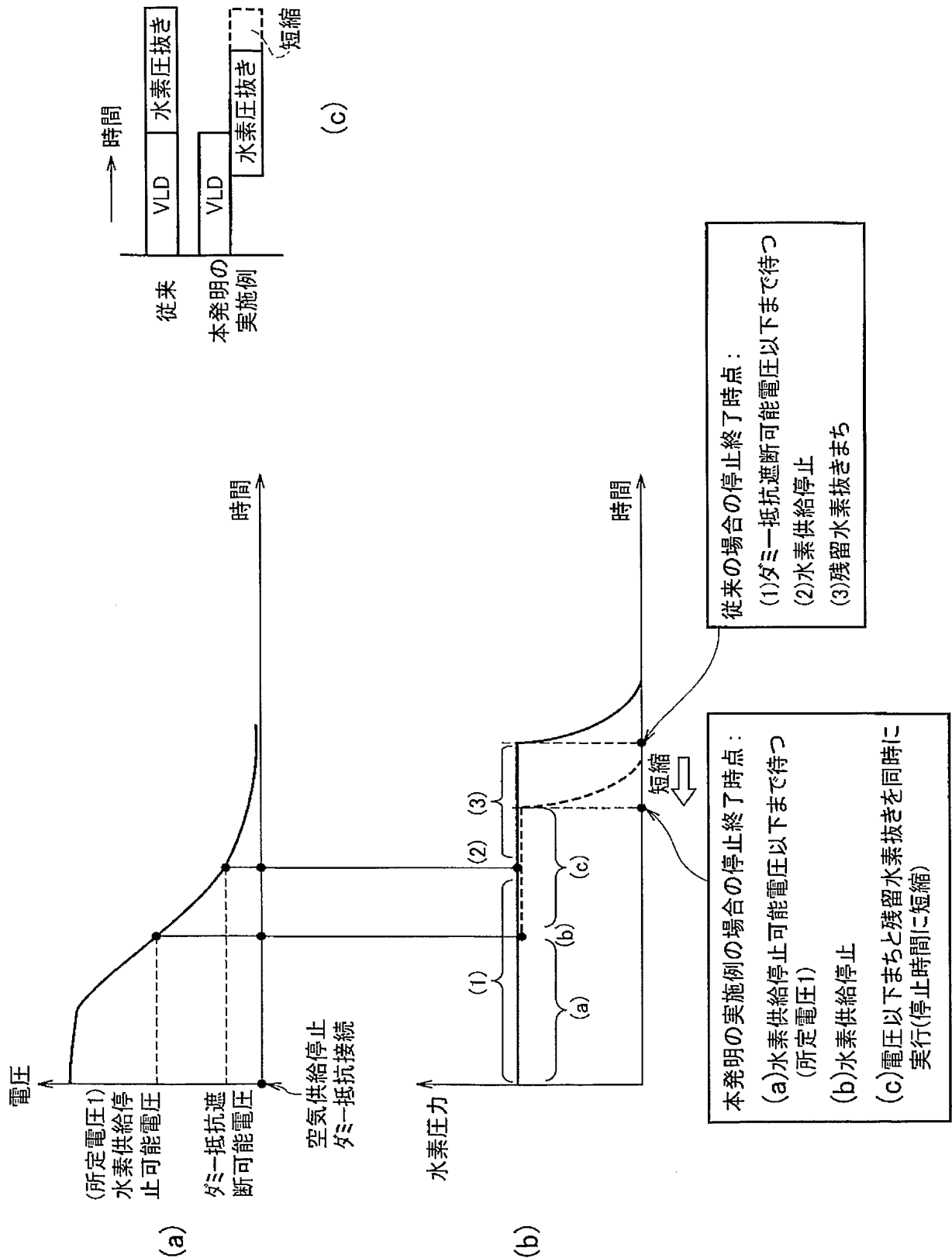
【図 10】



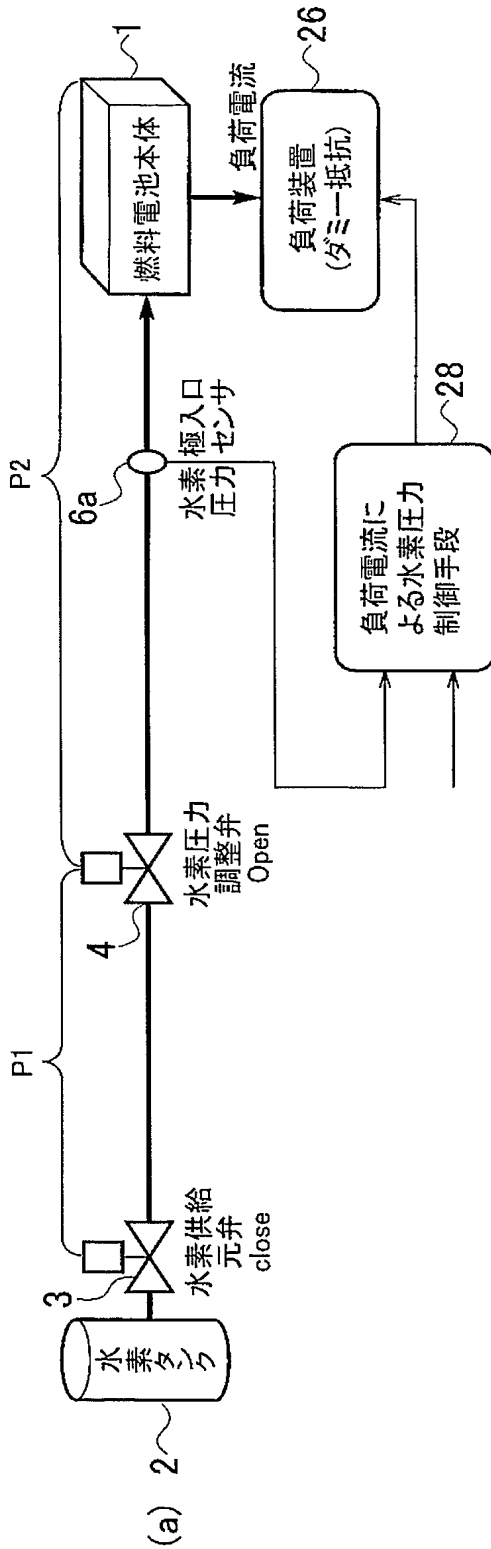
【図 11】



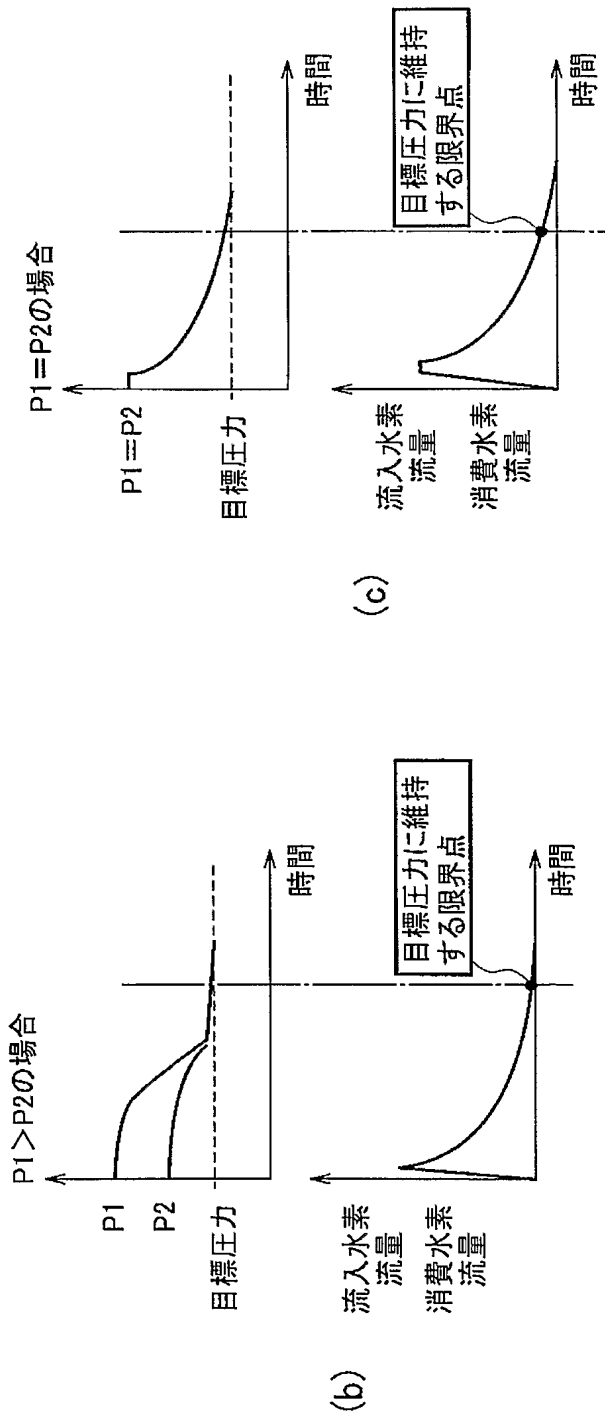
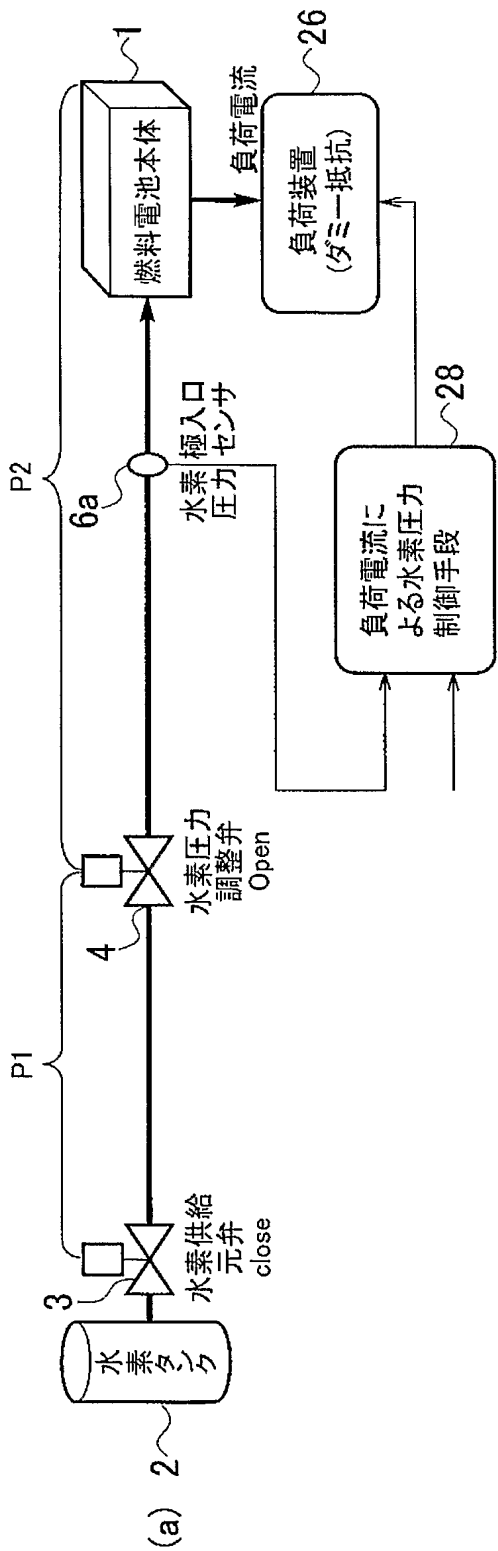
【図 12】



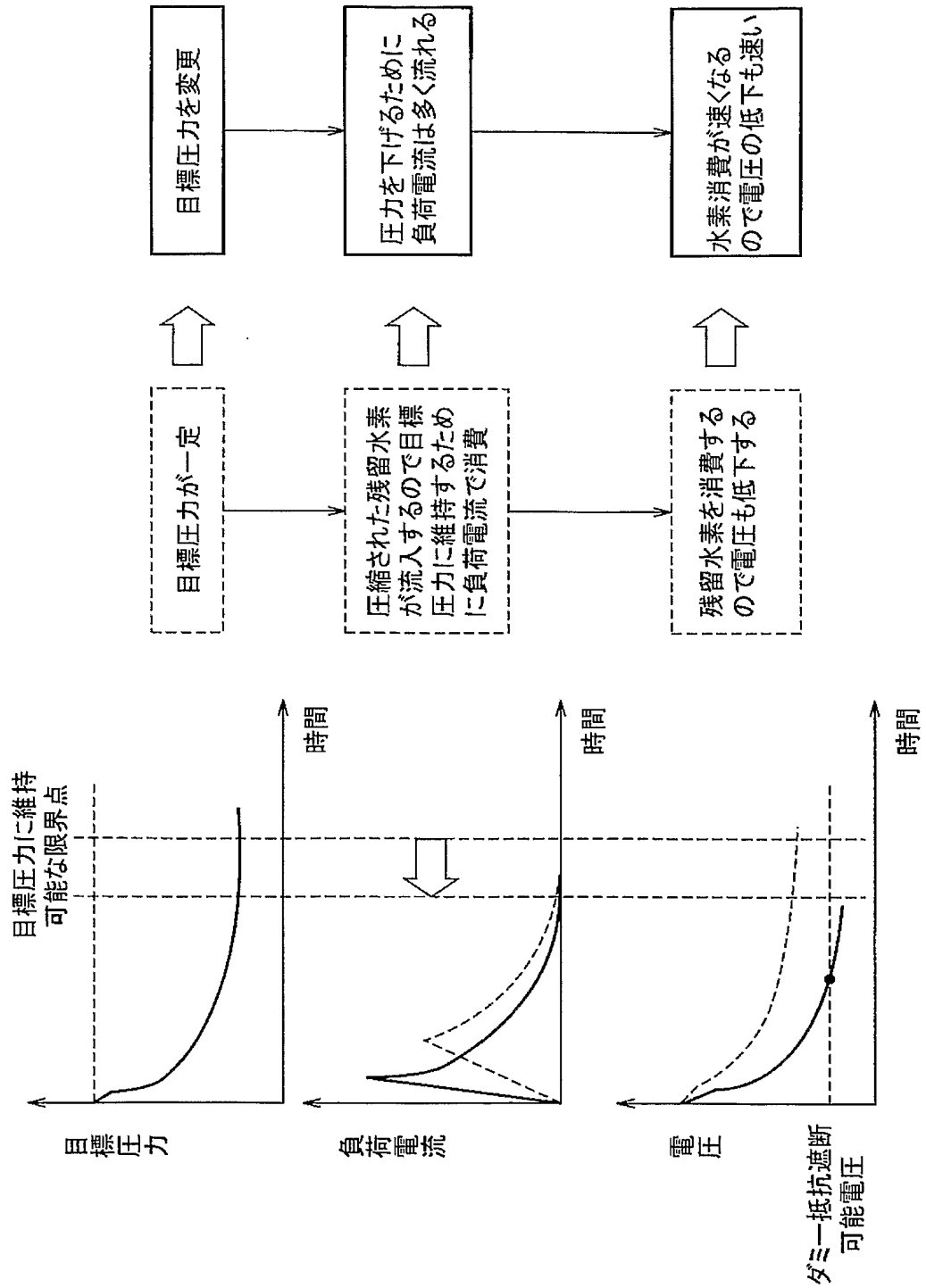
【図13】



【図 14】



【図 15】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 停止時における燃料電池本体の機能劣化を抑制しかつ停止時間を短縮する燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 水素を含む燃料ガスが供給されるアノード極と酸化剤ガスが供給されるカソード極とを備えた燃料電池本体 1 と、外部負荷を燃料電池本体 1 から遮断した後に、カソード極への酸化剤ガスの供給を停止し、アノード極に燃料ガスを供給しながら燃料電池本体 1 から発生する負荷電流を内部負荷 2 6 で取り出させる触媒劣化抑制手段と、負荷電流を内部負荷 2 6 で取り出している間に、アノード極への燃料ガスの供給を停止する水素供給停止手段と、アノード極への燃料ガスの供給を停止した後、アノード極内の圧力を目標圧力に維持するように目標負荷電流を操作する負荷電流操作手段とを有する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 3 9 8 8 4

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社